

Per la stima del pericolo il riferimento è la norma CEI EN 62305-2

Per la protezione dalle fulminazioni la corretta valutazione del rischio tra norma tecnica e legislazione

di Cesare Campello, Federico Maritan e Mauro Rossato, ingegneri area sicurezza di Vega Engineering S.r.l. - Venezia

Per alcuni rischi connessi con le attività lavorative esistono disposizioni legislative e/o norme tecniche che hanno indicato specifici criteri di analisi e di stima del rischio. In particolare, l'art. 84, «Protezioni dai fulmini», D.Lgs. n. 81/2008, ha obbligato il datore di lavoro a provvedere «*affinché gli edifici, gli impianti, le strutture, le attrezzature, siano protetti dagli effetti dei fulmini realizzati secondo le norme tecniche*». È proprio a queste norme tecniche che il valutatore deve fare riferimento per stimare il rischio, in particolare, il riferimento attualmente in vigore è la norma CEI EN 62305-2, seconda edizione, pubblicata il 1° febbraio 2013.

FULMINI - RISCHIO ELETTRICO - PROTEZIONE - NORMATIVA TECNICA

Le fulminazioni

Le fulminazioni sono fenomeni di origine naturale prevedibili in termini probabilistici. Gli effetti delle fulminazioni possono essere distruttivi, infatti, per fulminazioni particolarmente intense risulta difficile proteggere completamente le persone e le cose. Un fulmine che investe una struttura (in generale, quelle di maggiori dimensioni sono soggette a un più elevato rischio di fulminazione) può provocare danni, oltre che al fabbricato stesso, anche alle persone e ai beni presenti, nonché agli impianti elettrici e/o elettronici; in alcuni casi i danni potrebbero addirittura estendersi all'ambiente circostante e alle strutture vicine.

Per ridurre la perdita^[1] dovuta al fulmine è necessario adottare misure di protezione, ma l'opportunità e le caratteristiche di questi sistemi di protezione deve essere determinato attraverso una valutazione del rischio di fulminazione.

L'art. 17, D.Lgs. n. 81/2008, ha obbligato il datore di lavoro a effettuare la valutazione di tutti i rischi con la conseguente elaborazione del documento previsto dall'art. 28. Per quanto riguarda il rischio specifico legato alle fulminazioni, dirette^[2] e indirette^[3], questo rientra nel contesto più ampio dei rischi di natura elettrica, trattati nel Capo III, Titolo III, D.Lgs. n. 81/2008.

[1] Secondo la norma tecnica CEI EN 62305-2 è definita "perdita" l'ammontare medio della perdita (uomini e beni) conseguente a un determinato tipo di danno dovuto a un evento pericoloso, riferito al valore complessivo (uomini e beni) dell'oggetto da proteggere.

[2] Fulmine su una struttura: fulmine che colpisce una struttura da proteggere (si veda il punto 3.26, norma CEI EN 62305-1. Secondo una nota del Comitato Italiano, questo tipo di fulminazione è detta anche fulminazione diretta).

[3] Fulmine vicino a una struttura: fulmine che colpisce tanto vicino a una struttura da essere in grado di generare sovratensioni pericolose (si veda il punto 3.27, norma CEI EN 62305-1. Secondo una nota del Comitato Italiano, questo tipo di fulminazione è detta anche fulminazione indiretta).

Tabella 1

TIPICI VALORI DI RISCHIO DI FULMINAZIONE TOLLERABILE (CEI EN 62305-2)	
Tipo di perdita	Rischio tollerabile R_T (espresso in anni ⁻¹)
Perdita di vite umane e danni permanenti	10^{-5}
Perdita di servizio pubblico	10^{-3}
Perdita di patrimonio culturale insostituibile	10^{-4}

Stima del rischio di fulminazione

La modalità per effettuare la stima del rischio dovuto a tutti i possibili effetti del fulmine su una struttura e/o su un servizio è descritta nella seconda edizione della norma CEI EN 62305-2 e prevede una specifica procedura di calcolo. L'applicazione di questa procedura, piuttosto complessa e articolata, richiede specifiche competenze sull'argomento, esperienza e l'ausilio di appositi *software* di calcolo.

Il rischio, definito nella norma CEI EN 62305-2 come la probabile perdita media annua dovuta al fulmine in una struttura e in un servizio, dipende sostanzialmente da:

- il numero annuo di fulmini che interessano la struttura e il servizio, che costituisce un dato di progetto in quanto dipendente dalla zona in cui è edificata la struttura;
- la probabilità che un fulmine, colpendo la struttura o il servizio, provochi danni;
- l'ammontare medio della perdita conseguente.

Il risultato numerico ottenuto (denominato nella norma con la lettera "R") è la misura della probabile perdita annua.

Occorre evidenziare che la norma interessa anche la perdita di "cose" e non solo di vite umane; nel contesto della valutazione dei rischi per i lavoratori, ai sensi del D.Lgs. n. 81/2008, è possibile trascurare la valutazione dei danni alle cose (sempreché questo danno non comporti infortuni ai lavoratori) ed è possibile stabilire che la magnitudo del danno alle persone sia sempre massima.

Per completezza, nella *tabella 1* è riportato il tipo di perdita e l'associato valore di rischio tollerabile^[4] R_T , definito come il massimo valore di rischio che può essere tollerato per la struttura da proteggere secondo la norma CEI

EN 62305-2. Pertanto, il risultato ottenuto nella fase di analisi del rischio secondo la norma CEI EN 62305-2 identificherà il rischio totale R (espresso in anni⁻¹) associato alla struttura. Se il rischio totale R è minore del rischio tollerabile della struttura R_T , la protezione contro il fulmine non è necessaria e la struttura è definita "auto protetta". Se, invece, il rischio totale R risulta maggiore del rischio tollerabile R_T , dovranno essere adottate idonee misure di protezione quali, per esempio, captatori, gabbie di Faraday, scaricatori ecc., per rendere $R \leq R_T$.

Aggiornamento della valutazione in funzione del progresso tecnico

Le specifiche norme di buona tecnica relative alla valutazione del rischio fulminazione sono state recentemente modificate e quelle attualmente in vigore, ossia la seconda edizione della norma CEI EN 62305-2, pubblicata il 1° febbraio 2013, in alcuni casi, possono prevedere l'adozione di sistemi di protezione non richiesti da una valutazione del rischio effettuata secondo le precedenti norme tecniche.

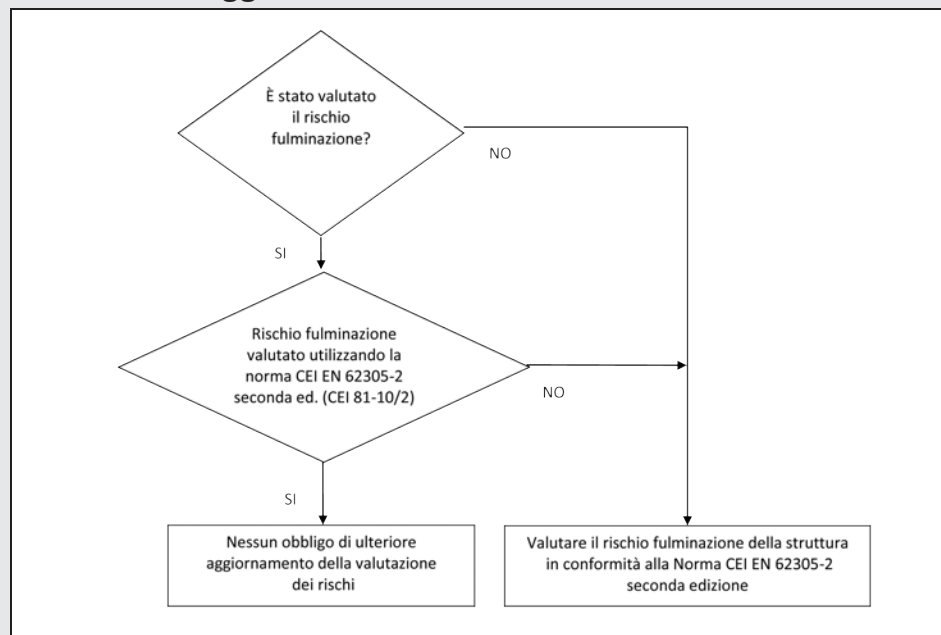
In sostanza, la prima edizione della serie normativa CEI EN 62305 è stata sostituita dalla seconda edizione della stessa serie normativa:

- la CEI EN 62305-1, «Protezione contro i fulmini – Principi generali» (in vigore dal 1° novembre 2011);
- la CEI EN 62305-2, «Protezione contro i fulmini – Analisi del rischio» (in vigore dal 1° marzo 2013);
- la CEI EN 62305-3, «Protezione contro i fulmini – Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone» (in vigore dal 1° novembre 2011);

[4] Un valore tipico di rischio tollerabile R_T per una struttura, dove possono esserci delle "Perdite di vite umane o danni permanenti", è pari a 10^{-5} (anni⁻¹).

Schema 1

Diagramma di sintesi relativo alla necessità di valutazione o di aggiornamento della VdR da fulminazioni



- la CEI EN 62305-4, «Protezione contro i fulmini – Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture» (in vigore dal 1° novembre 2011).

Per gli edifici esistenti, per i quali la valutazione del rischio di fulminazione era già stata effettuata in base alle norme tecniche precedentemente in vigore (norme CEI EN 62305-2, prima edizione, e le precedenti norme CEI 81-1 e CEI 81-4), è necessario effettuare una ri-valutazione del rischio. Infatti, la nuova valutazione potrebbe evidenziare un livello di rischio differente dal precedente e, nel caso peggiore, la struttura potrà risultare non più “auto protetta” nei confronti delle fulminazioni.

Per quanto riguarda la necessità di aggiornamento nel tempo della stima del rischio, occorre evidenziare che l’art. 29, «Modalità di effettuazione della valutazione dei rischi», D.Lgs. n. 81/2008, ha imposto al datore di lavoro di rielaborare la valutazione dei rischi e il documento di valutazione in relazione al grado di evoluzione della tecnica. Sempre a questo proposito, l’art. 2087, «Tutela delle condizioni di lavoro», Codice Civile, ha imposto all’imprenditore di «adottare nell’esercizio dell’impresa le misure che, secondo la partico-

larità del lavoro, l’esperienza e la tecnica, sono necessarie a tutelare l’integrità fisica e la personalità morale dei prestatori di lavoro».

Il datore di lavoro dovrà effettuare, quindi, come schematizzato nello *schema 1*, la valutazione del rischio di fulminazione in conformità alla norma CEI EN 62305-2, seconda edizione, sia per tutte le strutture (nuove ed esistenti) prive di valutazione, che per le strutture già valutate utilizzando le norme CEI in vigore fino al 1° dicembre 2013 (CEI EN 62305-2, prima edizione).

Infine, è necessario precisare che, per quanto riguarda gli edifici civili, non esistono obblighi di legge specifici in merito alla valutazione del rischio fulminazione. Tuttavia, il responsabile della struttura (per esempio, l’amministratore di condominio) ha l’obbligo giuridico di agire con perizia, prudenza e diligenza, pertanto, valutare il rischio fulminazione della struttura è comunque un suo obbligo giuridico.

Stima e valutazione del rischio

Il processo di valutazione dei rischi (*risk assessment*) consiste in una serie di tappe logiche ed è finalizzato a esprimere un giudizio sui rischi ai quali è soggetto il lavoratore. Come

Tabella 2

MATRICE PER IL CALCOLO DELLA STIMA DEL RISCHIO (RIFERIMENTO BS 18004:2008)				
		Danno		
		Danno Lieve	Danno Moderato	Danno Grave
Probabilità	Molto Improbabile	Rischio molto basso (Very low risk)	Rischio molto basso (Very low risk)	Rischio alto (High risk)
	Improbabile	Rischio molto basso (Very low risk)	Rischio medio (Medium risk)	Rischio molto alto (Very high risk)
	Probabile	Rischio basso (Low risk)	Rischio alto (High risk)	Rischio molto alto (Very high risk)
	Molto Probabile	Rischio basso (Low risk)	Rischio molto alto (Very high risk)	Rischio molto alto (Very high risk)

Tabella 3

TRE CASI REALI POSSIBILI PER EDIFICI ESISTENTI E CORRELAZIONE TRA STIMA DEL RISCHIO (CEI EN 62305-2, SECONDA EDIZIONE, E BS 18004:2008)

Situazioni	Stima del rischio norma CEI EN 62305-2, seconda edizione	Stima del rischio norma BS 18004:2008			Stima del rischio norma CEI EN 62305-2, seconda edizione	Valutazione del rischio norma BS 18004:2008
		P	D	R		
Edificio Auto Protetto ($R < R_T$)	Rischio $R < 10^{-5}$ senza applicare specifiche misure di protezione	MI	DG	RA	Tollerabile	Accettabile <i>(data la conformità alla specifica norma tecnica CEI EN 62305-2 seconda ed.)</i>
Edificio Protetto ($R < R_T$)	Rischio $R < 10^{-5}$ appli- cando specifiche mi- sure di protezione	MI	DG	RA	Tollerabile	Accettabile <i>(data la conformità alla specifica norma tecnica CEI EN 62305-2 seconda ed.)</i>
Edificio Non Protetto ($R > R_T$)	Rischio $R > 10^{-5}$ (ad es. $R = 10^{-4}$)	I	DG	RMA	Non Tollerabile	Inaccettabile

Legenda: Probabilità (MI: molto improbabile – I: improbabile – P: probabile – MP: molto probabile). Danno (DL: danno lieve – DM: danno moderato – DG: danno grave). Rischio funzione di probabilità e danno [$R=f(P;D)$] (RMB: rischio molto basso – RB: rischio basso – RM: rischio medio – RA: rischio alto – RMA: rischio molto alto).

evidenziato a livello normativo (si vedano, in particolare, la norma UNI EN 12100-1 e la norma UNI 11230, «Gestione del rischio – Vocabolario»), il *risk assessment* è composto da due fasi che devono essere sempre ben distinte:

- analisi;
- valutazione.

In questo senso, la norma UNI EN 12100-1

ha utilizzato rispettivamente i termini “*risk analysis*” e “*risk evaluation*”, mentre la norma UNI 11230 ha utilizzato i termini “misurazione del rischio” e “ponderazione del rischio”^[5]. Infatti, l’analisi, che include l’identificazione e la stima (o misura) dei rischi, è necessaria a fornire informazioni di tipo quantitativo che saranno utilizzate nella successiva fase di valutazione (o ponderazione);

[5] La norma UNI 11230 ha definito «misura del rischio» (*risk measurement o risk estimation*) come il «processo di attribuzione di un valore alla dimensione di un rischio» e «ponderazione del rischio» (*risk evaluation*) come «il processo di comparazione del rischio misurato, rispetto ai criteri di rischio».

Riquadro 1

Tre esempi di valutazione del rischio fulminazione

Primo caso: capannone industriale AUTO PROTETTO

Supponendo che:

- densità di fulmini a terra - Nt (fulmini/anno km²): 4 (valore che dipende dall'area geografica di ubicazione della struttura);
- coefficiente di posizione della struttura: in area con oggetti di altezza uguale o inferiore;
- dimensioni: 70 x 50 x 13 m (larghezza x lunghezza x altezza);
- n. massimo di persone presenti: 50 (lavoratori, installatori ecc.);
- rischio di incendio: ridotto^[6];
- nessun tipo di sistema di protezione installato per ridurre il rischio di fulminazione;

si ricava che, applicando la procedura di calcolo di cui alla norma CEI EN 62305-2, seconda edizione, il rischio totale è: **R = 0.93 * 10⁻⁵**

e, quindi, una possibile scheda di valutazione dei rischi è riportata nella *tabella 4*.

Tabella 4

MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE E VALUTAZIONE DEL RISCHIO					
Pericolo, situazione pericolosa, evento dannoso	Danno/i potenziale/i	Misure di prevenzione e protezione	Misure di controllo ^[7]	Stima del rischio residuo	Valutazione del rischio residuo
Fulminazione diretta e indiretta	Fulminazione Ustioni a seguito di innesco di un incendio Ferite conseguenti a scoppio di apparecchi o conduttori dell'impianto Elettrocuzione per tensioni di contatto	/	/	Struttura auto protetta come verificato dall'applicazione della norma CEI EN 62305-2 seconda ed. (CEI 81-10/2) Valore calcolato secondo la norma CEI EN 62305-2 seconda ed.: R = 0.93 * 10 ⁻⁵	Accettabile

Secondo caso: capannone industriale PROTETTO

Supponendo che:

- densità di fulmini a terra - Nt (fulmini/anno km²): 4
- coefficiente di posizione della struttura: in area con oggetti di altezza uguale o inferiore;
- dimensioni: 70 x 50 x 13 m (larghezza x lunghezza x altezza);
- n. persone presenti: 50;
- rischio di incendio: ordinario^[8];
- installato un idoneo sistema di scaricatori di sovratensione ad arrivo linea (SPD);

si ricava che, applicando la procedura di calcolo di cui alla norma CEI EN 62305-2, seconda edizione, il rischio totale è: **R = 0.68 * 10⁻⁵**

e, quindi, una possibile scheda di valutazione dei rischi è riportata nella *tabella 5*.

[6] Sono definite strutture con rischio incendio ridotto quelle con carico specifico d'incendio inferiore a 400 MJ/m²; le strutture che contengono solo occasionalmente materiali combustibili sono considerate a rischio d'incendio ridotto.

[7] Sistemi di controllo (tecnici, organizzativi ecc.) necessari ad assicurare l'effettiva efficacia delle misure di prevenzione e protezione previste.

[8] Strutture con carico specifico d'incendio compreso tra 400 MJ/m² e 800 MJ/m² sono considerate a rischio d'incendio ordinario.

Tabella 5

MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE E VALUTAZIONE DEL RISCHIO					
Pericolo, situazione pericolosa, evento dannoso	Danno/i potenziale/i	Misure di prevenzione e protezione	Misure di controllo ^[9]	Stima del rischio residuo	Valutazione del rischio residuo
Fulminazione diretta e indiretta	Fulminazione Ustioni a seguito di innesco di un incendio Ferite conseguenti a scoppio di apparecchi o conduttori dell'impianto Elettrocuzione per tensioni di contatto	Installazione di un impianto di protezione dalle scariche atmosferiche conforme alla regola dell'arte	Manutenzione periodica dell'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche in conformità alla norma (CEI EN 62305-3 e CEI EN 62305-4) CEI 81-10 parte 3 e parte 4	Struttura auto protetta come verificato dall'applicazione della norma CEI EN 62305-2 seconda ed. (CEI 81-10/2) Valore calcolato secondo la norma CEI EN 62305-2 seconda ed.: $R = 0.68 * 10^{-5}$	Accettabile

Terzo caso: capannone industriale NON PROTETTO

Supponendo che:

- densità di fulmini a terra - Nt (fulmini/anno km²): 4;
- coefficiente di posizione della struttura: in area con oggetti di altezza uguale o inferiore;
- dimensioni: 70 x 50 x 13 m (larghezza x lunghezza x altezza);
- n. persone presenti: 50;
- rischio di incendio: ordinario;
- nessun tipo di sistema di protezione installato per ridurre il rischio di fulminazione;

si ricava che, applicando la procedura di calcolo di cui alla norma CEI EN 62305-2, seconda edizione, il rischio totale è: $R = 1.2 * 10^{-5}$

e, quindi, una possibile scheda di valutazione dei rischi è riportata nella *tabella 6*.

Tabella 6

MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE E VALUTAZIONE DEL RISCHIO					
Pericolo, situazione pericolosa, evento dannoso	Danno/i potenziale/i	Misure di prevenzione e protezione	Misure di controllo ^[12]	Stima del rischio residuo	Valutazione del rischio residuo
Fulminazione diretta ed indiretta	Fulminazione Ustioni a seguito di innesco di un incendio Ferite conseguenti a scoppio di apparecchi o conduttori dell'impianto Elettrocuzione per tensioni di contatto	/	/	Struttura auto protetta come verificato dall'applicazione della norma CEI EN 62305-2 seconda ed. (CEI 81-10/2) Valore calcolato secondo la norma CEI EN 62305-2 seconda ed.: $R = 1.2 * 10^{-5}$	Non accettabile

[9] Sistemi di controllo necessari ad assicurare l'effettiva efficacia delle misure di prevenzione e protezione applicate.

[10] Sistemi di controllo necessari ad assicurare l'effettiva efficacia delle misure di prevenzione e protezione previste.

In questo caso, dato che l'esito della valutazione del rischio residuo risulta "inaccettabile", è necessario installare alcuni idonei impianti di protezione al fine di ottenere un rischio accettabile, in mancanza di questo la struttura non è edificabile o utilizzabile.

quest'ultima assume aspetti di tipo qualitativo al fine di esprimere un giudizio.

Procedendo in modo coerente, la fase di stima potrà fornire valori, a seconda del tipo di rischio, fra loro disomogenei (espressi come probabilità, decibel, metri al secondo quadrato ecc.), senza che questo precluda la possibilità di emettere un giudizio sull'accettabilità del rischio espresso sulla base di un medesimo criterio per tutti i rischi, "normati" e "non normati".

Utilizzando i criteri indicati nella recente norma BS 18004:2008^[11], la fase di stima sarà effettuata sulla base di una correlazione, illustrata nella *tabella 2*, tra probabilità di accadimento e danno atteso, mentre la fase di *risk evaluation* (ponderazione del rischio) sarà finalizzata a determinare se il rischio deve essere considerato "accettabile"^[12] oppure no.

La correlazione tra stima del rischio secondo la norma CEI EN 62305-2, seconda edizione, e la norma BS 18004:2008 può essere quella proposta nella *tabella 3*. Applicando la procedura di calcolo definita dalla norma CEI EN 62305-2 a un edificio è possibile ottenere uno dei tre casi schematizzati nella *tabella 3*, nella quale sono riportati, in colonne distinte, la stima e la valutazione del rischio rispettivamente secondo la norma CEI EN 62305-2 e la BS 18004:2008 (si veda il *riquadro 1*).

Conclusioni

La norma CEI EN 62305-2, seconda edizione, è uno strumento che il datore di lavoro ha a disposizione per effettuare una specifica valutazione del rischio di fulminazione. La corretta separazione nel processo di valutazione (*risk assessment*) della fase di

stima (*risk estimation*) da quella di valutazione (*risk evaluation*) prevista, tra l'altro, nelle norme UNI EN 12100-1, UNI 11230:2007 e BS 18004:2008, ha permesso di emettere giudizi omogenei per tutti i rischi, compresi quelli "normati", tra cui è possibile annoverare il rischio di fulminazione.

Inoltre, una corretta e completa indicazione dei criteri di corrispondenza tra le stime o le misure di tutti i rischi "normati" e la valutazione di questi, in modo analogo a quanto esemplificato nella *tabella 3* per il rischio di fulminazione, ha determinato tra l'altro un metodo conforme ai requisiti richiesti dalla norma BS OHSAS 18001:2007, ovvero ha permesso di disporre di una valutazione del rischio che può essere utilizzata come base per la realizzazione di un sistema di gestione della sicurezza certificabile.

Un'ultima annotazione riguarda la necessità di aggiornare la valutazione del rischio di fulminazione a seguito dell'introduzione di nuove norme tecniche; infatti, se per i nuovi edifici saranno utilizzate queste norme per effettuare la valutazione del rischio di fulminazione, per gli edifici esistenti, nei quali la valutazione del rischio fulminazione era già stata effettuata in base alle norme tecniche precedentemente in vigore (norma CEI EN 62305-2, prima edizione, norme CEI 81-1 e CEI 81-4), il datore di lavoro dovrà effettuare nuovamente la valutazione in conformità alla nuova norma CEI EN 62305-2, seconda edizione, e, se necessario, dovrà individuare e realizzare le misure di protezione necessarie a ridurre il rischio a valori non superiori a quello ritenuto tollerabile dalla norma CEI EN 62305-2 stessa. ■

[11] La norma BS 18004:2008 ha sostituito la precedente BS 8800:2004.

[12] La norma BS 18004:2008 ha definito "accettabile" un rischio che è stato ridotto a un livello che può essere tollerato dall'organizzazione in conformità agli obblighi di legge e alla propria politica per la salute e la sicurezza.